

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

501P1513A2-02  
J-978 U.S. PRO  
09/982433  
10/18/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年10月19日

出願番号

Application Number:

特願2000-318901

出願人

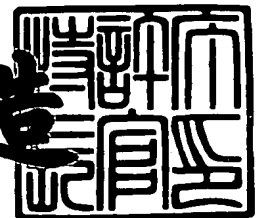
Applicant(s):

ソニー株式会社

2001年 8月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3075701

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000454201

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 7/26  
H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 竹内 幸一

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100086298

【弁理士】

【氏名又は名称】 船橋 國則

【電話番号】 046-228-9850

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007364

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光酸発生剤を含む第1レジストパターンを基板上に形成した後、酸と反応する架橋剤を含有するレジスト膜を前記第1レジストパターンを覆う状態で前記基板上に塗布し、前記第1レジストパターンと前記レジスト膜との界面において架橋反応を発生させて架橋層を成長させ、当該架橋層と前記第1レジストパターンとからなる第2レジストパターンを形成するパターン形成方法において、

前記基板上に前記レジスト膜を塗布する前に、前記第1レジストパターンの露出表面に光を照射する工程を行う

ことを特徴とするパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パターン形成方法に関し、特に半導体装置やマイクロマシーン等の製造において加工マスクとなる微細なレジストパターンを形成するためのパターンの形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の高集積化にともない、ゲート、配線さらには接続孔等のパターンの微細化が進行している。これらのパターンは、リソグラフィー技術によって形成したレジストパターンをマスクにして下地の各種被加工膜をエッチングすることによって形成される。リソグラフィー技術は、レジスト塗布、パターン露光および現像処理の各工程で構成され、これによって形成されるレジストパターンの最小線幅Rは、下記式(1)により与えられる。

$$R = K1 \times \lambda / NA \cdots (1)$$

ただし、式(1)中、K1はプロセスに起因した定数、 $\lambda$ は露光光の波長、NAは投影レンズの開口数であることとする。

## 【0003】

このような式(1)から、レジストパターンの微細化(最小線幅の細線化)には、露光波長 $\lambda$ の短波長化、投影レンズの高NA化が有効であることが分かる。このため、リソグラフィーにおけるパターン露光では、水銀ランプのg線(波長436nm)、i線(波長356nm)、KrFエキシマレーザ(波長248nm)、ArFエキシマレーザ(波長193nm)と、露光光の短波長化が進んでいる。これと共に、露光装置の投影レンズは、年々高い開口数のものが開発されている。

## 【0004】

また、レジストパターンのさらなる微細化を進めるためには、解像度だけでなく露光光の焦点深度を拡大することも重要になってくる。すなわち、基板の段差、レンズの収差、レジストの厚み、露光装置のフォーカス変動に対応したデフォーカス裕度が必要になる。この焦点深度 $d$ は、下記式(2)により与えられる。

$$d = K2 \times \lambda / (NA)^2 \quad \dots (2)$$

ただし、式(2)中、 $K2$ はプロセスに起因した定数、 $\lambda$ は露光光の波長、 $NA$ は投影レンズの開口数であることとする。

## 【0005】

この式(2)から、露光波長の短波長化は、焦点深度 $d$ の拡大にも有効であることが分かる。一方、解像度向上のために投影レンズの開口数 $NA$ を高くした場合、焦点深度 $d$ は減少することが分かる。

## 【0006】

このため、投影レンズの開口数 $NA$ を高くしたことによる焦点深度 $d$ の減少分を補うために、その他の手段で焦点深度を拡大する必要がある。その手段の1つに、レジストを薄膜化し、式(2)におけるプロセス定数 $K2$ を大きくする手法がある。また、レジストを薄膜化することにより、現像時の表面張力によるパターン倒れを抑制する効果もある。

## 【0007】

しかし、レジストを薄膜化した場合、下地の被加工膜をエッチングする際のレ

ジストパターンの膜厚が不足する危険性が生じる。このため、レジスト材料のエッチング耐性によって、レジストの薄膜化の限界が決まることになる。また、レジストを薄膜化した場合、下地からの反射光と入射光との干渉によるレジスト中の光吸収量の変動、いわゆる定在波効果が増大する。この下地反射光の影響を抑制するために、レジストの下層に有機系の反射防止膜、またはCVD(chemical vapor deposition)技術で形成した反射防止膜を設けることが行われている。ところが、レジストの薄膜化による定在波効果の発生を防止するために、反射防止膜を用いる方法では、反射防止膜もエッチングしなければならないので、その分レジストを厚くしなければならず、これによってもレジストの薄膜化の限界が規定されることになる。

## 【0008】

そこで、T.Azuma et al., "Resist design for resolution limit of KrF imaging towards 130nm lithography", J.Vac.Sci.Technol., B16,3734(1998)等で発表されているように、被加工膜の上にCVD技術によって形成した窒化シリコン膜、ポリシリコン膜、アモルファスシリコン膜などの薄膜を中間膜として形成し、これを介して被加工膜エッチングする方法がある。すなわち、レジストパターンをマスクにして被加工膜をエッチングし、さらにこの中間膜をマスクにして被加工膜をエッチングするのである。この中間膜には、被加工膜に対するエッチング選択比が高いものを用いる。この方法によれば、レジストパターンの膜厚は、中間膜をエッチングするのに必要な膜厚だけ有れば良く、中間膜なしの場合と比較してかなりの薄膜化が達成される。

## 【0009】

また、この他にも、特開平10-73927号公報には、光酸発生剤を含むレジストパターンを基板上に形成した後、このレジストパターンを覆う状態で酸と反応する架橋剤を含有するレジスト膜を基板上に塗布し、当該レジストパターンとレジストとの界面において架橋反応を発生させて架橋層を成長させる方法が開示されている。この際、レジスト膜塗布後に光を照射することで、レジストパターン内に十分に酸を発生させる。このような方法によれば、レジストパターンを覆う状態で架橋層が形成されるため、架橋層の膜厚分がレジストパターンに上乘

せされ、その上乘せ分だけリソグラフィーによって形成するレジストパターンの膜厚を薄膜化することができる。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述のパターン形成方法には、次のような課題があった。

すなわち、中間膜を形成する方法では、CVD法のような成膜時間を要する成膜工程を行う必要があり、また中間膜を設けることによる洗浄工程などが追加されることになる。しかも、中間膜を残しておくと、デバイスの電気特性を劣化させる場合があり、被加工膜のエッチング後に中間膜を除去する工程を行う必要がある。以上のことから、製造コストや処理時間が増加するといった課題がある。

【 0 0 1 1 】

また、レジストパターンの界面に架橋層を成長させる方法では、CVD法のような成膜工程を行う必要がなく、中間膜を設ける方法と比較して製造コストや処理時間の増加が抑えられるものの、架橋剤を含有するレジスト膜を介してレジストパターンに光を照射するため、レジスト膜中において光の多重干渉が生じ、基板の全面においてレジストパターンに対して均一に光を照射することができない。このため、レジストパターン中に生じる酸の発生量にばらつきが生じ、レジストパターンの界面に形成される架橋層の膜厚を基板面内において均一にすることが困難になる。したがって、架橋層とレジストパターンとからなる第2レジストパターンの寸法精度が、基板面内においてばらつき、この第2レジストパターンをマスクに用いた下地加工の寸法制度を得ることができない。

【 0 0 1 2 】

そこで本発明は、製造コストおよび処理時間を増加させることなく、微細なレジストパターンを基板面内において均一な寸法精度で形成することが可能なパターンの形成方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するための本発明のパターン形成方法は、次のような手順で行うことを特徴としている。まず、光酸発生剤を含む第1レジストパターン

を基板上に形成し、この第1レジストパターンに光を照射する。その後、酸と反応する架橋剤を含有するレジスト膜を第1レジストパターンを覆う状態で基板上に塗布し、第1レジストパターンの界面において架橋反応を発生させて架橋層を成長させ、この架橋層と第1のレジストパターンとからなる第2レジストパターンを形成する。

## 【0014】

このようなパターン形成方法では、レジスト膜で第1レジストパターンを覆う前に、この第1レジストパターンに光が照射される。このため、レジスト膜中における光の多重干渉を防止した状態で第1レジストパターンに対して光照射が行われ、基板の全面においての実効光照射量が均一化される。したがって、基板の全面において、第1レジストパターン中に均一な量の酸を発生させ、第1レジストパターンの露出界面に均一な膜厚で架橋層を形成することができる。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明のパターン形成方法を図面に基づいて詳細に説明する。ここでは、半導体装置の製造工程に本発明のパターン形成方法を適用した実施の形態を説明する。尚、本発明のパターン形成方法は、半導体装置の製造工程への適用に限定されることはなく、マイクロマシンの製造工程やその他の微細パターンの加工を必要とする製造工程に広く適用可能である。

## 【0016】

先ず、図1(1)に示すように、リソグラフィー法によって、半導体ウエハからなる基板1上に第1レジストパターン2を形成する。ここでは、化学増幅レジストを用いたリソグラフィーを行うこととする。化学増幅レジストは、光酸発生剤を含むレジストであり、リソグラフィーにおけるパターン露光により発生した酸の触媒反応を利用してパターンを形成する。

## 【0017】

また、このリソグラフィーにおいてのパターン露光では、第1レジストパターン2の線幅やパターン間隔、さらには使用するレジスト材料に応じて、KrFエキシマレーザ露光装置、緯線露光装置、ArFエキシマレーザ露光装置、F<sub>2</sub>

レーザ露光装置、電子線描画装置、X線描画装置、X線露光装置などから適宜選択された露光装置を用いて露光を行う。

## 【 0 0 1 8 】

またこの際、露光手段に応じたレジスト材料を適宜選択して用いることとする。例えば、露光光として水銀のI線を用いる場合には、レジスト材料のベース樹脂としてノボラック樹脂を用いる。また、露光光としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）を用いる場合には、ベース樹脂としてメタクリル系樹脂やシクロオレフィン系樹脂を用いる。またレジスト材料中の光酸発生剤は、特に限定されることはなく、スルホニウム塩や尿素等が用いられる。

## 【 0 0 1 9 】

次に、図1（2）に示すように、第1レジストパターン2に光3を照射する2度目の露光を行う。この際、基板1上の全面に対して一様に光3を照射し、第2レジストパターン2の内部に十分に酸4を発生させる。このような露光を行うために、後述するような基板1の全面に1度に光3を照射できる露光ユニットを用いることが好ましい。また、光3の波長は、第1レジストパターン2中の光酸発生剤に吸収される波長であれば、特に限定されることはない。

## 【 0 0 2 0 】

その後、図1（3）に示すように、酸と反応する架橋剤を含むレジスト膜5を、レジストパターン2を覆う状態で基板1上に塗布形成する。この際、架橋剤を含有する未硬化のレジスト材料を基板1上に回転塗布する。

## 【 0 0 2 1 】

ここで用いるレジスト材料は、例えばポリビニルアルコール系、ポリアクリル酸系、ポリビニルアセタール系等からなるベース樹脂に、尿素系、メラミン系等の水溶性架橋剤、溶剤となる水、塗布性向上のための水溶性溶剤、さらには界面活性剤等の添加剤を混合したものであることとする。

## 【 0 0 2 2 】

次いで、例えば、基板1をホットプレート6上に載置して加熱することにより、第1レジストパターン2中の酸4をレジスト膜5中に拡散させる。これにより、図1（4）に示すように、第1レジストパターン2の界面付近において、レジ

スト膜5中の架橋剤と酸4とを反応させ、第1レジストパターン2の界面に架橋層7を形成する。成長させる架橋層7の膜厚は、基板1の加熱温度および加熱時間を最適化することによって制御する。この際、加熱温度が高いほど架橋層7の増加分は大きくなるが、第1レジストパターン2の軟化開始温度よりも低い温度範囲で加熱温度を設定することとする。

#### 【0023】

次に、図1(5)に示すように、基板1を常温に戻した後、リンス液を用いて未反応部分のレジスト膜5溶液を洗い流す。これによって第1レジストパターン2とこれを覆う架橋層7とからなる第2レジストパターン10が得られる。この第2レジストパターン10は、リソグラフィーによって形成された第1レジストパターン2の膜厚と架橋層7の膜厚とを合計した膜厚を有するものになる。

#### 【0024】

以上の方法では、レジスト膜5によって第1レジストパターン2が覆われる前に、第1レジストパターン2に対して光3を照射するようにした。このため、レジスト膜5中での光3の多重干渉を防止した光照射を、基板1上の第1レジストパターン2に対して行うことができ、基板1上の全面における実効光照射量が均一化される。したがって、基板1の全面において、第1レジストパターン2中に均一な量の酸を発生させることができ、第1レジストパターン2の界面に十分な膜厚の架橋層7を、基板1上の全面において均一に成長させることが可能になる。この結果、基板1上に、均一な膜厚および寸法精度を有する第2レジストパターン10を形成することが可能になる。

#### 【0025】

しかも、この第2レジストパターン10は、架橋層7の膜厚分が第1レジストパターン2に上乗せされた膜厚を有しているため、その上乗せ分だけ第1レジストパターン2の膜厚を薄膜化できる。したがって、第1レジストパターン2を形成する場合のリソグラフィーにおいては、より解像度の高いパターン露光を行うことが可能になる。この結果、CVD法などによる中間膜の形成を行うことなく、すなわち製造コストや製造時間を増加させることなく、より微細な線幅および開口幅のレジストパターン2を形成することが可能になる。

## 【 0 0 2 6 】

特に、この場合、第1レジストパターン2の側壁にも架橋層7が形成されるため、第2レジストパターン10の残しパターンの線幅は拡大される。したがって、微細化促進を目的とする場合には、孔パターンまたは溝パターンのような抜きパターンの10aの形成を目的とする場合に適用することが望ましい。また、第1レジストパターン2に対して光3を照射する2度目の露光においては、第1レジストパターン2の側壁と比較してその上面により多くの光3が照射される。このため、架橋層7の膜厚は第1レジストパターン2の側壁側よりも上面側においてより厚くなる。

## 【 0 0 2 7 】

次に、このようなパターン形成方法を行うための製造装置を、半導体製造装置の構成として説明する。図2は、この半導体製造装置の一例を示す構成図である。この図に示す半導体製造装置は、処理を行うウエハW（すなわち基板）を収納したキャリアボックス（図示省略）を置くためのキャリアボックス配置部21、21、このキャリアボックス配置部21に隣接して設けられたウエハ搬送器23を備えている。

## 【 0 0 2 8 】

またさらに、ウエハ搬送器23を囲む状態で、次の各ユニットが配置されている。ウエハWに光を照射するための光照射ユニット24、ウエハWにレジスト膜を塗布するための回転塗布ユニット25、レジスト膜が塗布されたウエハWを加熱するための加熱ユニット26、加熱されたウエハWを乾燥および冷却するためのウエハ乾燥冷却ユニット27、ウエハW表面のレジスト膜を除去するためのウエハ洗浄ユニット28を備えている。

## 【 0 0 2 9 】

そして、キャリアボックス配置部21のキャリアボックス内に収納されたウエハは、ウエハ搬送器23によって各ユニットに搬送され、各ユニットにおいて処理が施されるように構成されている。

## 【 0 0 3 0 】

これらの各ユニットのうち、特にウエハWに光を照射するための光照射ユニッ

ト 24 は、例えば図 3 に示すように構成されている。この図に示す光照射ユニットは、例えば高圧水銀ランプからなる光源 31 を備えており、この光源 31 から照射された光 3 の経路に、ミラー 32、凹レンズ 33、シャッタ 34、はえの目レンズ 35、スリット 36、ミラー 37、凸レンズ 38、ステージ 39、照度計 40 が順に配置されている。

#### 【0031】

そして、光源 31 から照射された光 3 は、ミラー 32 で反射されてシャッタ 34 を通過した、はえの目レンズ 35 に入射される。このはえの目レンズ 35 は小型の凸レンズを複数束ねたものであり、限定指向性で均一な拡散特性を有し、入射された光 3 を平均化して均一に拡散させる。このはえの目レンズ 35 が二次光源となり、スリット 36 を通過する。このスリット 36 は、レンズ周辺での光散乱を防ぐため、光束の周辺を遮光するためのものである。そして、スリット 36 を通過した光 3 は、凸レンズ 38 を透過して平行光 3 となり、ステージ 39 上に載置されたウエハ W の全面に均一に照射される。また、光 3 の照射量は、シャッタ 34 の開口時間によって制御され、照度は照度計 40 によって予め較正される。

#### 【0032】

また、回転塗布ユニット 25 としては、コータデベロッパーのレジスト回転塗布ユニットが用いられる。この回転塗布ユニット 25 は、回転式ウエハチャックと薬液供給ノズルとを備えており、回転式ウエハチャックに回転保持されたウエハ W 上に、薬液供給ノズルから架橋剤を含有するレジスト材料溶液が供給され、これによってウエハ W 表面にレジスト膜を回転塗布するものである。

#### 【0033】

また、加熱ユニット 26 は、ウエハ W に塗布されたレジスト膜の溶剤（例えば水）を蒸発させるためのブロックと、架橋層を形成するためにウエハ W を加熱するためのブロックとで構成されており、各ブロックは上下 2 段に配置されている。各ブロックは、加熱プレートを備えており、加熱プレートの温度はウエハ W 面内において  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  の制度で加熱温度を制御可能に構成されていることとする。さらに、ウエハ W 面内の温度分布を均一にするために、ウエハ W 周辺の気流を

調節するための排気口を備えていることとする。

【0034】

そして、ウエハ乾燥冷却ユニット27はウエハWを乾燥させるための加熱プレートと有するブロックと、ウエハWを常温まで冷却する冷却プレートと有するブロックとで構成されており、各ブロックは上下2段に配置されている。

【0035】

ウエハ洗浄ユニット28は、コータデベロッパーの現像ユニットが用いられる。このウエハ洗浄ユニット28には、回転式ウエハチャックと2つの薬液供給ノズルとが設けられており、回転式ウエハチャックに回転保持されたウエハWに対して、一方の薬液供給ノズルからはイソプロピルアルコールが供給され、他方の薬液供給ノズルからは純水が供給される。これによって、ウエハW表面をイソプロピルアルコールと純水とで処理することができ、またウエハWの回転乾燥を行うことができる。

【0036】

このような構成の半導体製造装置を用いることで、図1を用いて説明した各工程をインラインで連続して行うことが可能になる。

【0037】

また、特にウエハWの全面に均一に光を照射するための光照射ユニット24を設けたことで、さらにウエハW（基板1）上の全面における実効光照射量を均一化することができ、レジストパターン2の界面に十分な膜厚の架橋層7を、基板1上の全面において均一に成長させることが可能になるのである。

【0038】

尚、このような構成の半導体製造装置は、例えば一般的なコータデベロッパーを改造することによっても得られる。コータデベロッパーは、キャリアボックス配置部、ウエハ搬送器、周辺露光照射ユニット、回転塗布ユニット、現像ユニット、加熱ユニット、ウエハ乾燥冷却ユニットを備えている。ここで、周辺露光ユニットは、現像時にウエハエッジのレジスト（ポジ型）を除去するために、ウエハエッジに露光光を照射するものである。このため、この周辺露光ユニットを、上述した光照射ユニット24に改造し、回転塗布ユニットの薬液供給ノズルから

架橋剤を含有するレジスト材料溶液が供給され、現像ユニットの薬液供給ノズルからイソプロピルアルコールが供給されるようにすることで、上述した構成の半導体製造装置として用いることが可能になる。

#### 【 0 0 3 9 】

##### 【実施例】

次に、本発明のパターン形成方法を半導体装置の製造工程に適用した具体的な実施例を図 4 および図 5 を用いて説明する。

#### 【 0 0 4 0 】

先ず、図 4 ( 1 ) に示すように、シリコン基板 1 0 1 の表面側に素子分離 1 0 2 を形成し、次いでシリコン基板 1 0 1 上に線幅 0 . 1  $\mu$  m のゲート電極 1 0 3 を形成すると共に、シリコン基板 1 0 1 の表面層にソース・ドレイン拡散層 1 0 1 a を形成した。次に、CVD 法によって層間絶縁膜となる酸化シリコン膜 1 0 4 をシリコン基板 1 0 1 上に形成した後、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法によってこの酸化シリコン膜 1 0 4 の表面を平坦化した。これにより、酸化シリコン膜 1 0 4 の膜厚を 5 0 0  $\pm$  5 0 nm とした。この際、酸化シリコン膜 1 0 4 の膜厚は、CMP 工程での削り量のばらつきにより  $\pm$  5 0 nm の幅でばらつきを有していた。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、図 4 ( 2 ) に示すように、酸化シリコン膜 1 0 4 上に、有機材料からなる反射防止膜 1 0 5 を 1 3 5 nm の膜厚で回転塗布した。この際、反射防止膜 1 0 5 の膜厚を 1 3 5 nm まで厚くしたのは、次工程のパターン露光において、下地からの反射光を十分抑えるためである。反射防止膜 1 0 5 の膜厚が十分でない場合には、酸化シリコン膜 1 0 4 の膜厚のばらつきにより光の干渉の具合が変化し、それにより下地からの反射光の強度が変動する。そのため、次工程のパターン露光、および現像によるレジストパターン形成でそのサイズがばらつくことになるのである。

#### 【 0 0 4 2 】

次いで、反射防止膜 1 0 5 上にポジ型の化学増幅レジスト 1 0 6 を 3 9 0 nm の膜厚に回転塗布した。化学増幅レジスト 1 0 6 としては、KrF エキシマレー

ザ・リソグラフィ用のレジストで、アセタール基を保護基に持つポリヒドロキシステレン樹脂、スルホニウム塩の光酸発生剤を主成分とするものを用いた。

#### 【0043】

次に、縮小率1/4、投影レンズのKrFエキシマレーザ・スキャナー（露光波長248nm）を用いて化学増幅レジスト106にホールパターンを露光し、基板101を1300℃で90秒間加熱処理した後、TMAH（テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド）の2.0重量%の希釈水溶液を用いて現像し、最後に純水で洗浄した。これによって、図4（3）に示すように、直径220nmのホールパターン107を有する第1レジストパターン106aを形成した。

#### 【0044】

次に、図4（4）に示すように、水銀ランプ108で、総露光量80J/m<sup>2</sup>で基板101上に一様に光3を照射し、これによって第1レジストパターン106aの表面層に酸109を発生させた。この際、図3を用いて説明した構成の光照射ユニット24を用いた。

#### 【0045】

次に、図5（1）に示すように、基板101上に架橋剤を含むレジスト膜110を800nmの膜厚で回転塗布した。この際、塗布するレジスト材料溶液は、ポリピニルアルコール系の水溶性樹脂、尿素系の架橋剤、溶剤となる水、界面活性剤等の添加剤からなる。その後、基板101を加熱プレート111上に載置して加熱した。この際、まず、850℃で70秒間の加熱を行い、溶液中の溶剤を蒸発させる。次に、110℃で70秒間の加熱を行い、第1レジストパターン106aの表面にある酸をレジスト膜110に拡散させた。これにより、レジスト膜110中に拡散した酸109とレジスト膜110中の架橋剤を反応させ、第1レジストパターン106a覆う状態で、水に不溶な架橋層112を形成した。

#### 【0046】

次に、図5（2）に示すように、イソプロピルアルコール溶液を基板101上に流し込み、架橋していない部分のレジスト膜（110）を溶かして除去した。最後に、純水で基板101を洗浄し、基板101を加熱して乾燥させた。これによって、レジストパターン106aの表面を架橋層112で覆ってなる第2レジ

ストパターン113を形成した。この第2レジストパターン113の高さは、架橋層112の膜厚110nm+レジストパターン106aの高さ390nm=500nmとなり、ホールパターン107の径も220nmから100nmに縮小された。

【0047】

次に、図5（3）に示すように、第2レジストパターン113をマスクに、下層の反射防止膜105をエッチングした。エッチング条件を以下に示す。

＜反射防止膜105エッチング条件＞

エッチング装置：誘導結合型プラズマエッチャー、

ガス種および流量：酸素 $O_2$ （10sccm）／ヘリウムHe（100sccm）

第2レジストパターン113の反射防止膜105に対する選択比：1

オーバーエッチング量：30%

【0048】

その後さらに、図5（4）に示すように、第2レジストパターン113をマスクにして酸化シリコン膜104をエッチングした。この際のエッチング条件を以下に示す。

＜酸化シリコン膜104エッチング条件＞

エッチング装置：平行平板型プラズマエッチャー、

ガス種および流量：8フッ化シクロブタン $C_4F_8$ （2sccm）／ $O_2$ （10sccm）／アルゴンAr（300sccm）

第2レジストパターン113の酸化シリコン膜104に対する選択比：3

オーバーエッチング量：30%

ただし、ガス流量単位sccmはstandard cubic centimeter/minutesであり、標準状態におけるガスの流速を示している。

【0049】

以上のようにして、酸化シリコン膜104に基板101表面層の拡散層101aに達する接続孔104aを形成した。

【0050】

その後、図5（5）に示すように、酸化シリコン膜104上から酸素アッシン

グを行い、シリコン基板101上に残った第2レジストパターン(113)と有機系の反射防止膜(105)とを除去し、硫酸と過酸化水素との混合水溶液で後処理した。

#### 【0051】

以上、一連の工程によって、基板101上部の酸化シリコン膜104に、直径100nmの接続孔104aが、基板101面内において均一な寸法制度で形成された。

#### 【0052】

尚、この接続孔104aを形成するために必要な第2レジストパターン113の膜厚は、次のようにして設定した。まず、2回のエッチングによる第2レジストパターン113の削られ厚を計算した。

第2レジストパターン113の削られ厚＝(反射防止膜の膜厚／エッチング選択比)×(1＋オーバエッチング量)＋(層間膜の膜厚／エッチング選択比)×(1＋オーバエッチング量)＝(135nm／1)×(1＋0.3)＋(500nm／3)×(1＋0.3)＝175.5nm＋216.7nm＝392nm

#### 【0053】

ここで、反射防止膜105もエッチングのマスクとして働くが、反射防止膜105までエッチングによる膜減りが達すると、エッチング後の接続孔104aの径の均一性が著しく劣化する。また、エッチング時に第2レジストパターン113のホールパターン107の開口部が広がるので、ホールパターン107の下部までその広がりが達しないためにも、エッチング後における第2レジストパターン113の残膜は最低でも60nm必要である。ゆえに、必要な第2レジストパターン113の膜厚は、392nm＋60nm≒450nmとなる。

#### 【0054】

そこで、以上の実施例では、第2レジストパターン113の膜厚を500nmとした。これによって接続孔104aの径および形状の均一性の確保した。

#### 【0055】

尚、架橋層11の形成を行わず、第1レジストパターン106aのみをマスクにして酸化シリコン膜104に接続孔を形成した場合、図6に示すように、酸化

シリコン膜 1 0 4 中の接続孔 1 0 4 a の上部開口が広がってしまう。このような場合、接続孔 1 0 4 a 間およびこの上部に形成される配線との間で電氣的な短絡が生じ、半導体デバイスを作製することができない。

【 0 0 5 6 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明のパターン形成方法によれば、酸と反応する架橋剤を含有するレジスト膜で第 1 レジストパターンを覆う前に、この第 1 レジストパターンに光を照射することで、基板面内において膜厚および寸法精度の均一な第 2 レジストパターンを形成することができる。しかも、工程時間の掛かる C V D 法等による中間膜の成膜を行う必要もないため、製造コストおよび製造時間の増加を抑えつつ、より微細な第 2 レジストパターンを基板面内において均一な寸法精度で形成することが可能になる。この結果、この第 2 レジストパターンをマスクにした微細パターン加工の形状精度を、基板面内において向上させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のパターン形成方法の実施形態を示す断面工程図である。

【図 2】

本発明のパターン形成方法を行うための半導体製造装置の構成図である。

【図 3】

図 2 の半導体製造装置に用いる光照射ユニットの構成図である。

【図 4】

本発明を半導体装置の製造方法に適用した実施例を示す断面構成図（その 1）である。

【図 5】

本発明を半導体装置の製造方法に適用した実施例を示す断面構成図（その 2）である。

【図 6】

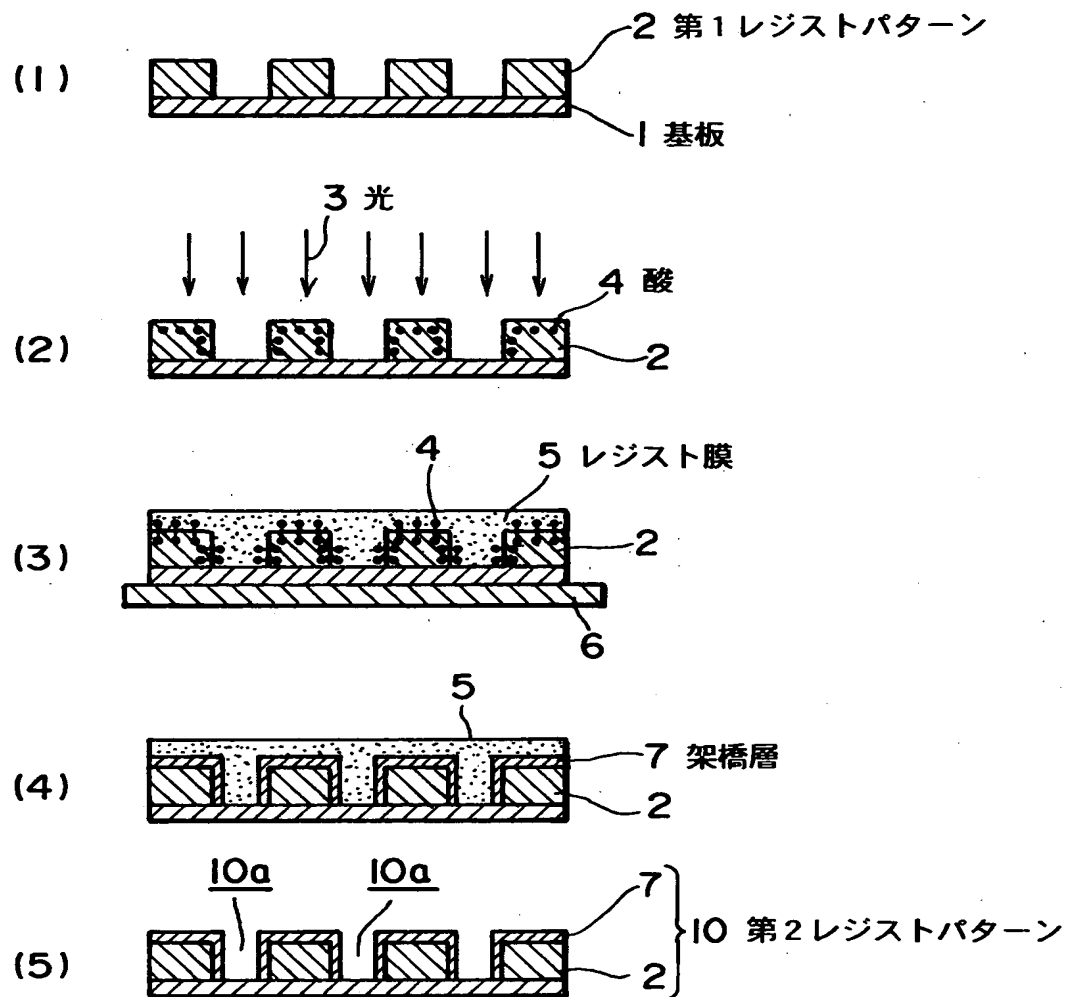
実施例の比較例を説明するための断面図である。

【符号の説明】

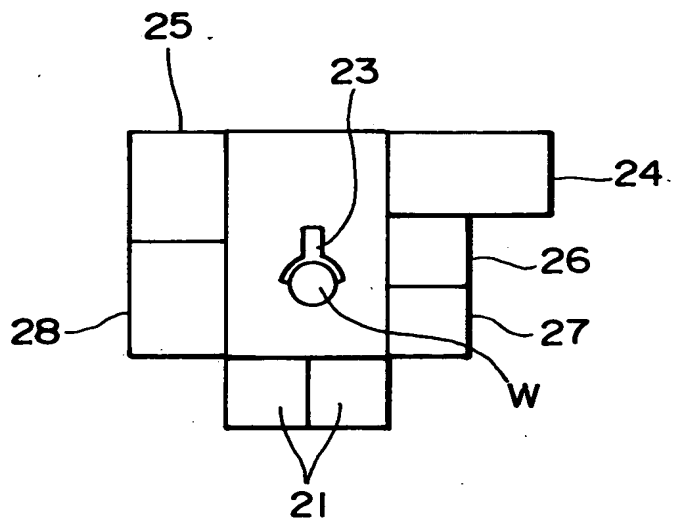
1…基板、2, 106…第1レジストパターン、3…光、5, 110…レジスト膜、7, 112…架橋層、10, 113…第2レジストパターン、101…シリコン基板

【書類名】 図面

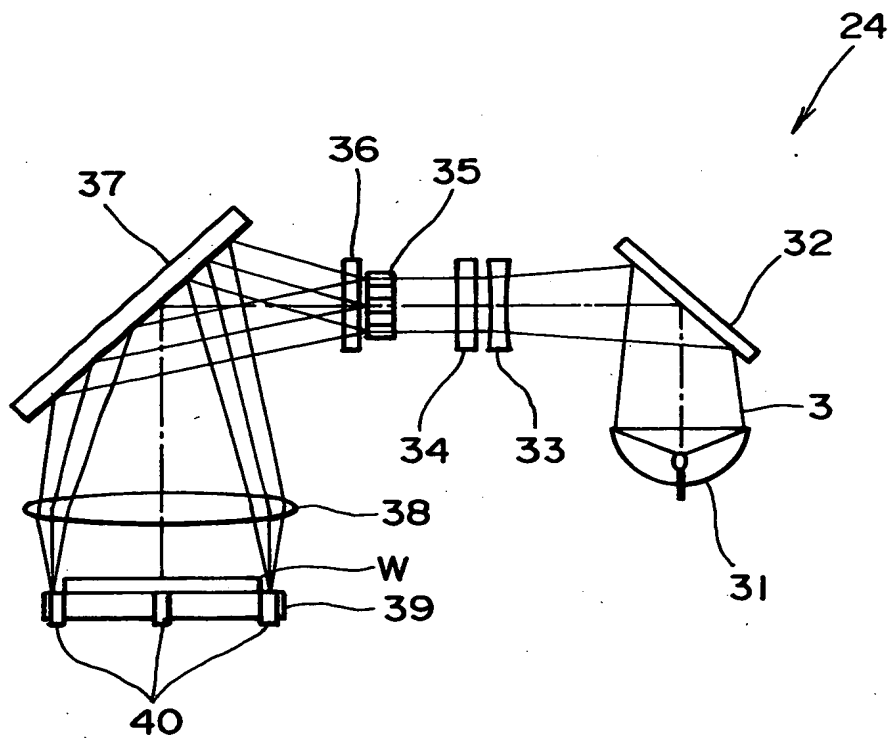
【図1】



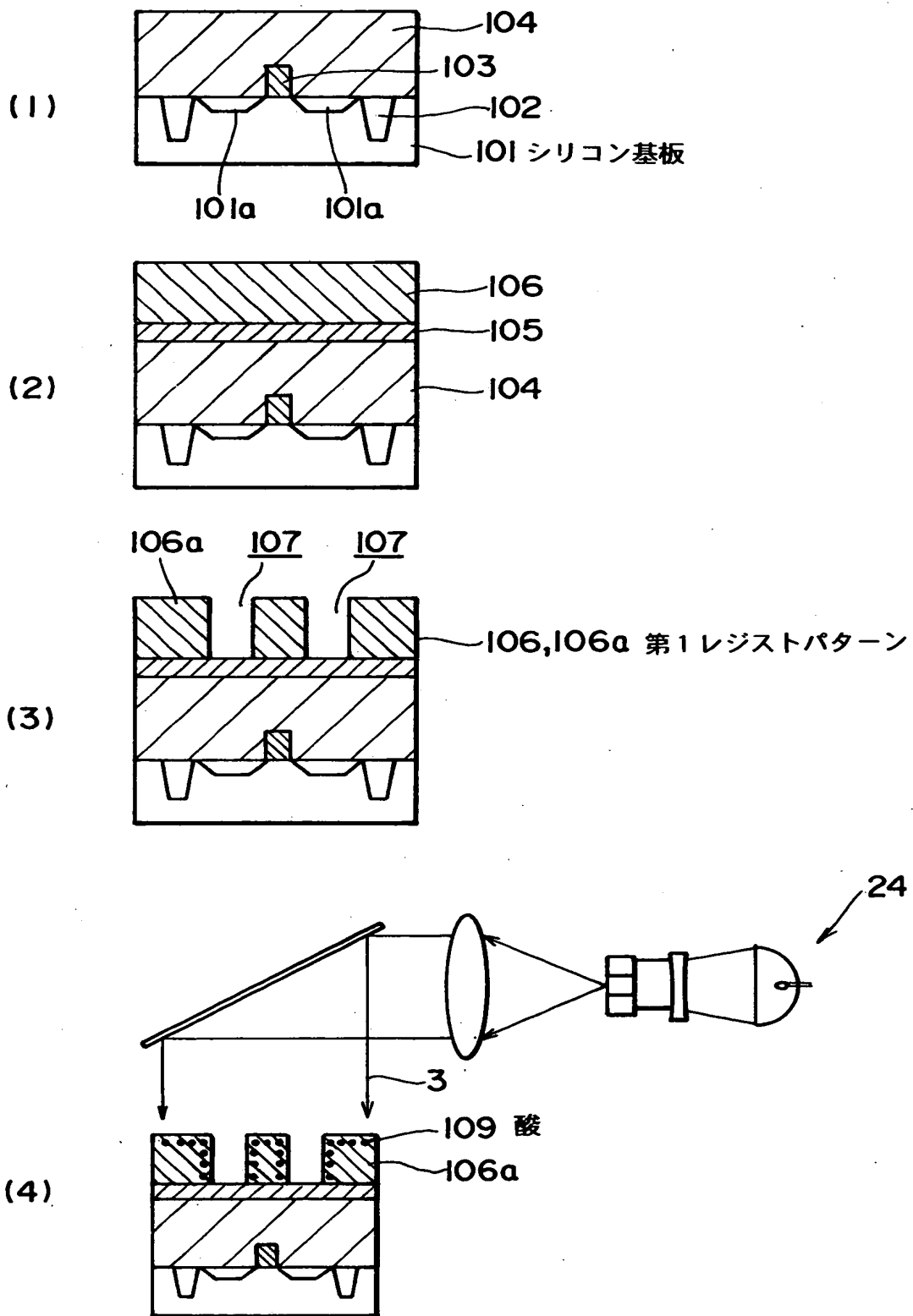
【図2】



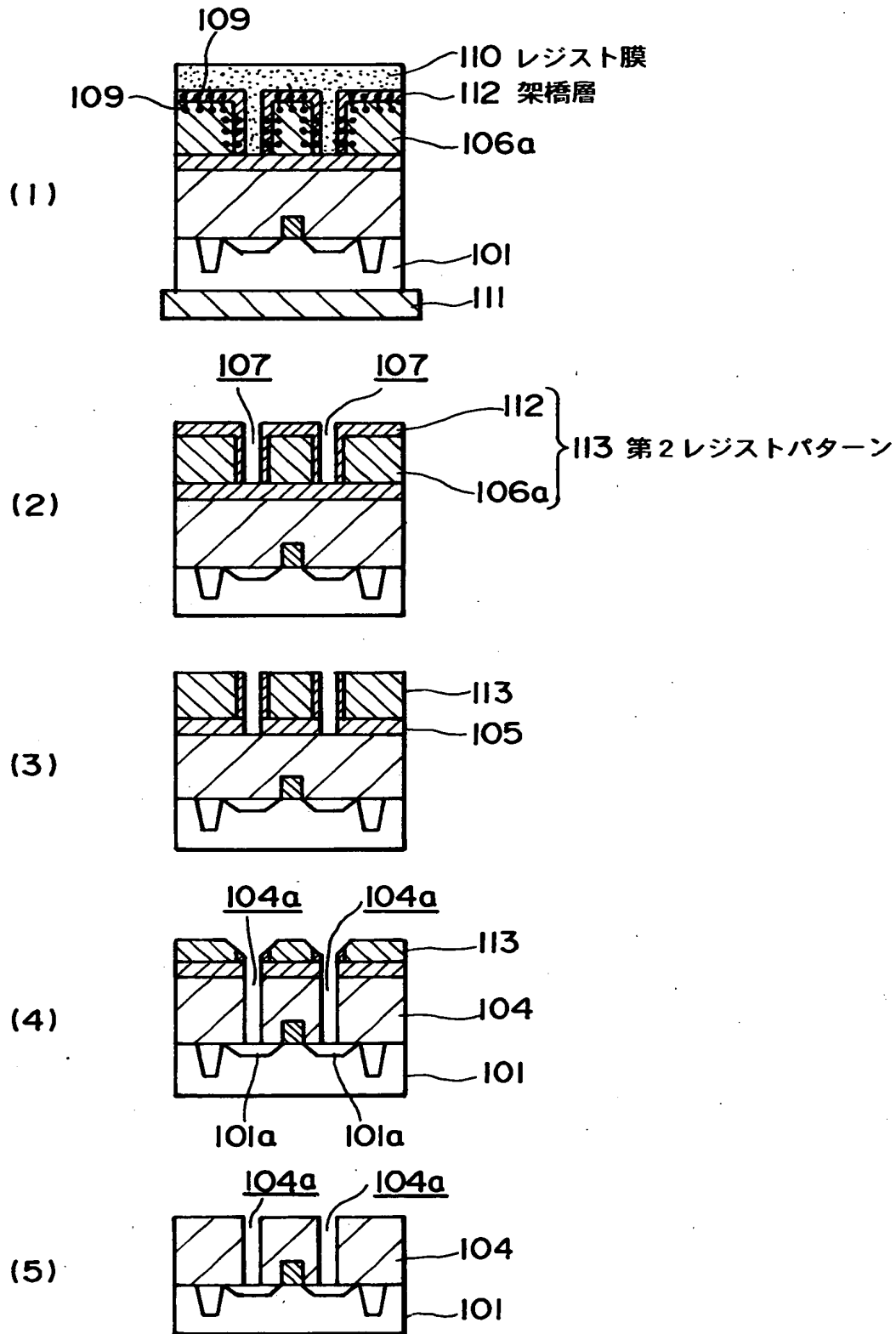
【図3】



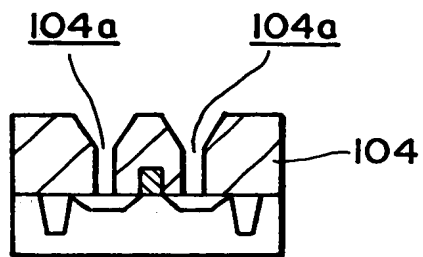
【図4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造コストおよび処理時間を増加させることなく、微細なレジストパターンを基板面内において均一な寸法精度で形成することが可能なパターンの形成方法を提供する。

【解決手段】 リソグラフィー法によって光酸発生剤を含む第1レジストパターン2を基板1上に形成した後、酸と反応する架橋剤を含有するレジスト膜5を第1レジストパターン2を覆う状態で基板1上に塗布し、第1レジストパターン2とレジスト膜5との界面において架橋反応を発生させて架橋層7を成長させ、架橋層7と第1レジストパターン2とからなる第2レジストパターン10を形成するパターン形成方法において、基板1上にレジスト膜5を塗布する前に、第1レジストパターン2に光3を照射する工程を行う。

【選択図】 図1

特2000-318901

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-318901
受付番号	50001350942
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年10月20日

### <認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月19日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
氏 名 ソニー株式会社